

# Biomass Utilization For Alternative Energy And Chemicals Seminar 2009

Universitas Katolik Parahyangan  
April 23-24<sup>th</sup> 2009

## Proceeding



Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Katolik Parahyangan

## **PRAKATA**

Seminar Nasional yang diadakan oleh Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan (UNPAR) pada tanggal 23 April 2009 ini merupakan kegiatan rutin tahunan yang telah kami adakan untuk ketujuh kalinya. Pada seminar nasional kali ini kami mengusung pemanfaatan biomassa (bahan-bahan yang terdapat di alam) untuk energi alternatif dan bahan kimia sebagai topik utama. Sebagai negara agraris, pemanfaatan biomassa Indonesia sampai saat ini masih jauh dari optimal, sehingga kami memandang perlunya usaha dan inisiatif untuk mendorong perkembangan pengetahuan dan aplikasi berbasis biomassa melalui suatu seminar.

Pada seminar ini juga, untuk pertama kalinya kami mengundang peneliti dan akademisi dari berbagai disiplin ilmu di luar teknik kimia untuk hadir dan membawakan makalah. Hal ini diharapkan dapat menjadi awal suatu jaringan kerjasama multidisiplin antar peneliti dari berbagai bidang keilmuan untuk bersama-sama mengembangkan penelitian dan industri berbasis bahan terbarukan (*renewable resources*) di Indonesia.

Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berpartisipasi dalam seminar ini, baik sebagai pembicara utama, pemakalah, pendukung dana, maupun sebagai peserta seminar. Tanpa kehadiran dan bantuan Anda semua seminar ini tidak akan dapat terlaksana. Khusus kepada para pemakalah, kami memberikan apresiasi yang setinggi-tingginya atas peran serta Anda pada seminar ini. Partisipasi Anda semua membangkitkan keyakinan, bahwa penelitian dan industri berbasis bahan terbarukan di Indonesia akan terus berkembang di masa mendatang.

Kami menyadari bahwa dalam penyelenggaraan seminar ini masih terdapat banyak kekurangan. Untuk itu, kami memohon maaf yang sebesar-besarnya, seraya berharap pada pelaksanaan seminar berikutnya hal-hal tersebut dapat terus diperbaiki. Kami juga sangat mengharapkan umpan balik berupa saran dan kritik dari seluruh hadirin.

Sebagai penutup, kami mengucapkan selamat mengikuti Seminar Nasional „Biomass Utilization for Alternative Energy and Chemicals“ kepada seluruh peserta.

Bandung, April 2009

Ketua Panitia Pelaksana  
Dr. Ir. Asaf Kleopas Sugih

## DAFTAR ISI

halaman

### A. BIOMASS UNTUK ENERGI

<b>Transesterifikasi dan De-gliserolisasi Kontinyu untuk Memproduksi Biodiesel</b> Sufriadi B <i>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Lampung</i>	<b>1</b>
<b>Pembuatan Bioetanol dari Nila Kelapa</b> Abdul Haris Mulyadi, Regawa Bayu P., Anwar Ma'ruf <i>Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Purwokerto</i>	<b>5</b>
<b>Studi Kinetika Pertumbuhan Mikroba Terhadap Inhibitor Fenol Pada Volume Biogas dan Gas H<sub>2</sub>S</b> Nanik Astuti Rahman <i>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional, Malang</i>	<b>10</b>
<b>Kajian Awal Pemanfaatan Hidrolisat Gula Hasil Hidrolisis Furfural dari Bagas untuk Produksi Etanol dengan <i>Eschericia coli</i> dan <i>Klebsiella oxytoca</i></b> Daud A.R. Sitorus , Eko Agus Andona , dan Dewi Agustina Iryani <i>Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung</i>	<b>18</b>
<b>Pengaruh Kombinasi Penggunaan Jamur <i>Phanerochaete chrysosporium</i> dan Enzim Enzim Hidrolisa Pati Pada Limbah Padat Tapioka Dalam Produksi Bioetanol</b> Anvi Febrianti Syafei , Ria Kiswandini, S.R. Juliastuti <i>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya</i>	<b>24</b>
<b>Pengelolaan Minyak Biji Kapuk Sebagai Bahan Biodiesel</b> Harimbi Setyawan <i>Jurusan Teknik Kimia Institus Teknologi Nasional Malang</i> Sanny Andjar Sari <i>Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Nasional Malang</i>	<b>32</b>
<b>Biomass Utilisation in Selected Asian Countries : Policy, R&amp;D and Status</b> Mahidin <i>Department of Chemical Engineering, University of Syiah Kuala, Banda Aceh</i>	<b>38</b>

<b>Pengaruh Inhibitor Fenol dan Chloroform Pada Produksi Biogas dari Sludge Industri yang Mengandung Sulfat</b> S.R. Juliastuti dan Nanik Astuti Rahman <i>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya</i>	<b>48</b>
<b>Pengaruh Kondisi Operasi Terhadap Kinerja <i>Candida rugosa</i> Lipase dalam Sintesis Biodiesel Rute Non-Alkohol</b> Heri Hermansyah, Muhammad Ekky Rizkiyadi, Rita Arbianti, Tania Surya Utami <i>Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Indonesia</i>	<b>55</b>
<b>Sintesis Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah dari Minyak Jarak Pagar dengan Penambahan Aditif</b> Jimmy, Suprpto, Daesy Hendria Astutik <i>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang</i>	<b>64</b>
<b>Potensi Pengembangan Produksi Bioethanol Terintegrasi pada Pabrik Pengolahan Tapioka</b> Elita R Widjaya, Teguh W Widodo, A. Asari, Reni J Gultom, Ana Nurhasanah <i>Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian</i>	<b>70</b>
<b>Pengolahan Limbah Industri Biodiesel Menjadi Produk Bernilai : Langkah Awal Menuju <i>Biorefinery</i></b> Andi, Ronny Purwadi, M.T.A.P. Kresnowati, dan Tjandra Setiadi <i>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung</i>	<b>78</b>
<b>Preparation of Biodiesel from Palm Oil Catalyzed by Calcium Oxide as Solid Heterogeneous Catalyst</b> Haryadi, Eko Andrijanto, Citra Yulistina and Lidya Elizabeth <i>Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung</i>	<b>85</b>
<b>Karakteristik Minyak Kemiri Sunan (<i>Aleurites trisperma</i> BLANCO) Sebagai Bahan Bakar Nabati</b> Berry, Maman Herman, dan Agus Wahyudi <i>Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri</i>	<b>91</b>
<b>Sakarifikasi Fermentasi Secara Serentak Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Produksi Etanol</b> Yogi Hermawan dan Yanni Sudiyani <i>Pusat Penelitian Kimia Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia</i>	<b>99</b>

<b>Peningkatan Produksi Biohidrogen melalui Optimasi Jenis Substrat dan Bakteri serta Aplikasinya di dalam Fuel Cell untuk Menghasilkan Listrik</b>	<b>105</b>
Yusnita Liasari <i>Mahasiswa Bioteknologi Agroindustri-FTP Universitas Brawijaya, Malang</i> Anugrah Lukito <i>Asisten Peneliti Laboratorium Teknologi Bioindustri (LTB), BPPT Puspiptek</i> Mahyudin Abdul Rahman <i>Peneliti Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Puspiptek Serpong</i> Harijono, Agustin Krisna Wardani <i>Staff Pengajar Bioteknologi Agroindustri-FTP Universitas Brawijaya, Malang</i>	
<b>Konversi Biomassa Sekam Padi Menjadi Bio-Oil Melalui Mekanisme Pirolisis Cepat</b>	<b>114</b>
Rudiawan Edwin <i>SPS PRODI Kimia – ITB</i> Suryo Gandasasmita <i>Laboratorium Kimia Analitik PRODI Kimia – ITB</i>	
<b>Pemurnian Bioetanol dengan Metode Saline Extractive Distillation sebagai Campuran Gasohol</b>	<b>120</b>
Emi Erawati <i>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta</i>	
<b>Pengaruh Penambahan Bioetanol Terhadap Sifat Fisika Kimia Bensin RON 88</b>	<b>129</b>
Riesta Anggarani, Lutfi Aulia, dan Lies Aisyah <i>Kelompok Program Riset Teknologi (KPRT) Aplikasi Produk. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi “LEMIGAS”</i>	
<b>Pretreatment Bagasse Menggunakan Kultur Tunggal dan Kultur Campuran Jamur Pelapuk Putih <i>Trametes versicolor</i> dan <i>Pleurotus ostreatus</i></b>	<b>137</b>
Sita Heris Anita, Triyani Fajriutami, Fitria, Riksfardini Annisa Ermawar, Dede Heri Yuli Yanto, Euis Hermiati <i>UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial – LIPI</i>	
<b>Karakteristik Lemak Siur-Siur sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel</b>	<b>145</b>
Susila Arita <i>Peneliti Rusnas PEBT, Dosen Jurusan Teknik Kimia FT dan Pascasarjana Universitas Sriwijaya</i> Tatang H.S. <i>Supervisi Rusnas PEBT, Dosen PS Teknik Kimia ITB</i> Hasbi <i>Peneliti Rusnas PEBT, Dosen Jurusan Budidaya Tanaman FP dan Pascasarjana Universitas Sriwijaya</i>	

<b>Potensi Penerapan <i>SCM</i> dalam Pengembangan Biofuel di Indonesia</b>	<b>151</b>
Setyadjit, D. Sumangat, Andi N. Alamsyah <i>Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian</i>	

<b>Studi Simulasi Kinerja Reaktor Batch Pada Reaksi Transesterifikasi Pembuatan Biodiesel</b>	<b>157</b>
Tanti Agustina dan Budi H. Bisowarno <i>Jurusan Teknik Kimia, Universitas Katolik Parahyangan</i>	

<b>Studi Kinerja Swirl Gas Burner di Sistem Gasifikasi Biomassa</b>	<b>164</b>
Adi Surjosatyo <i>Jurusan Teknik Mesin, Universitas Indonesia</i>	

## **B. BIOMASS UNTUK CHEMICAL**

<b>Investigasi Sifat Termal Sabut Kelapa Sebagai Bahan Isolasi Panas</b>	<b>170</b>
Azhar <i>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung</i>	

<b>Pemanfaatan <i>Virgin Coconut Oil (VCO)</i> dalam Sediaan Hand Body Lotion Uji Stabilitasnya</b>	<b>178</b>
Nok Afifah dan Enny Sholichah <i>Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia</i>	

<b>Analisis Potensi <i>Virgin Coconut Oil</i> Sebagai Bahan Baku Pembuatan <i>Hand Body Lotion</i> Pada Industri Pengolahan Minyak Kelapa (<i>Cocos nucifera</i>)</b>	<b>185</b>
Nok Afifah dan Enny Sholichah <i>Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia</i>	

<b>Preliminary Study On Goat Fat Cholestrol Adsorption Onto Chitosan</b>	<b>193</b>
Hargono dan Andri Cahyo Kumoro <i>Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering Diponegoro University</i>	

<b>Fabrikasi Polimer Biodegradable, Sebuah Pemikiran</b>	<b>198</b>
Suharwaji Sentana <i>UPT Balai Pengembangan Proses dan Teknologi Kimia Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia</i>	

<b>Isolasi dan Identifikasi Bakteri Dari Limbah Biodiesel Untuk Industri Poliester</b>	<b>205</b>
Rini Primadewi, Rr., Mahyudin Abdul Rahman dan Juwita Ratna Dewi <i>Pusat Teknologi Bioindustri, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)</i>	

<b>Konversi Berbagai Minyak Nabati Menjadi Processing Aids untuk Pengolahan Barang jadi Karet</b> Yoharmus Syamsu <i>Balai Penelitian Teknologi Karet, Bogor</i>	<b>213</b>
<b>Pemanfaatan Biomassa Limbah Industri Bioetanol Menjadi Ekstrak Ragi</b> Joko Waluyo dan Tami Idiyanti <i>Pusat Penelitian Kimia – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)</i>	<b>221</b>
<b>Pemberdayaan Produk Ikutan (Byproduct) CNSL dan Buah Semu Mete Sebagai Sumber Pendapatan</b> Usman D., D. Pranowo, N. Heriana, dan M. Hadad <i>Peneliti pada Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri</i>	<b>228</b>
<b>Pengaruh Jenis dan Massa Adsorben Terhadap Kemurnian dan Yield Produk Gliserin sebagai Produk Samping Pembuatan Biodiesel</b> Susila Arita <i>Jurusan Teknik Kimia, FT Universitas Sriwijaya</i>	<b>232</b>
<b>Peningkatan Ketahanan Oksidasi Pelumas Ester Terbaharukan : Homosinergrisme Antarantioksidan Hindered Phenol</b> Dicky Dermawan, Jono Suhartono <i>Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional, Bandung</i>	<b>239</b>
<b>Studi Simulasi Pemurnian Gliserin dengan Konfigurasi (L/D) V pada Kolom Distilasi Vakum</b> Grace Tjokrosetio, Jenny N.M. Soetedjo dan Budi H. Bisowarno <i>Jurusan Teknik Kimia, Universitas Katolik Parahyangan</i>	<b>245</b>
<b>Sifat Thermo-Rheologi dari Pre-Gelatinized Pati Tapioka, Pati Jagung, Pati Beras, dan Pati Sagu</b> Pedro Halim, Judy Retti Witono, dan Aditya Putranto <i>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan</i>	<b>253</b>
<b>Pemanfaatan Kolagen dalam Tulang Kelinci Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Lem</b> Susi Oktavina, Andy Chandra, dan Judy Retti Witono <i>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan</i>	<b>259</b>
<b>Hidrodistilasi dan Distilasi Uap-Air Minyak Nilam</b> Maha Dhika Ciputra, Maria Ingrid, dan Harjoto Djojosebroto <i>Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknologi Industri. Universitas Katolik Parahyangan</i>	<b>268</b>



<b>Pembuatan Karbon Aktif dari Sekam Padi dengan Aktivasi Kimia dan Pirolisis</b>	<b>274</b>
A. Putranto, Dianita Sandy, T. Diana Santoso <i>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan</i>	
<b>Pengaruh Rasio Umpan dengan Pelarut, Ukuran Partikel, Kecepatan Pengadukan dan Temperatur dalam Proses Ekstraksi Terhadap Karakteristik Minyak Biji Pepaya</b>	<b>282</b>
Arry Miryanti, Anastasia Prima K, Santi Kurniawan dan Marcellia Dewi S. <i>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan</i>	
<b>Pengaruh Temperatur, Kecepatan Pengadukan, Ukuran Partikel, dan Rasio Umpan dengan Pelarut dalam Proses Ekstraksi Terhadap Karakteristik Minyak Biji Wijen</b>	<b>291</b>
Arry Miryanti, Irene Marcela dan Joanie <i>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan</i>	
<b>Pengaruh Kecepatan Pengadukan, Konsentrasi Enzim Amobil Pisang Raja Sereh, Temperatur dan pH Sakarifikasi dalam Pembuatan Sirup Glukosa dari Tepung Maizena</b>	<b>299</b>
Arry Miryanti, Vania Tanda dan Wenda <i>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan</i>	
<b>Prospek Pembangunan Hutan Tanaman Kilemo (Litsea cubeba L.Persoon.) Sebagai Sumber Bahan Baku Minyak Atsiri Potensial</b>	<b>306</b>
Tati Rostiwati <i>Peneliti Madya pada Pusat Litbang Hutan Tanaman</i> Rina Kurniaty <i>Peneliti Madya pada Balai Penelitian Teknologi Perbenihan</i> Ina Winarni <i>Peneliti Muda pada Pusat Litbang Hasil Hutan</i>	
<b>Pengaruh Berbagai Konsentrasi Asam Sulfat dan Enzim Pada Hidrolisis Tepung Tempulur Batang Sagu (Metroxylon sagu Rottb.), Kombinasi Hidrolisis Kimiawi dan Enzimatis Terhadap Kandungan Gula Pereduksi</b>	<b>314</b>
Ratu Safitri, Nurshinta Satia Supitasari, Asri Peni Wulandari, Poniah Andayaningsih, Suyanto <i>Lab. Mikrobiologi FMIPA UNPAD</i> Nadirman Haska <i>Balai Pengkajian Bioteknologi-BPPT</i> Lasam Suroso <i>Bagian Mikrobiologi Universitas Jenderal Sudirman</i>	
<b>Fermentasi Asam Laktat dari Hidralisat Gula Asal Tepung Empulur Sagu oleh Lactobacillus bulgaricus ssp delbrueckii FNCC 0035, Streptococcus bovis dan Lactobacillus bulgaricus FNCC 0041</b>	<b>322</b>
Ratu Safitri, Nurshinta Satia Supitasari, Maria Anna Cynthia Dewi Utami,	



Asri Peni Wulandari  
*Lab. Mikrobiologi FMIPA UNPAD*  
Bambang Marwoto, Nadirman Haska  
*Balai Pengkajian Bioteknologi-BPPT*  
Lasam Suroso  
*Bagian Mikrobiologi Universitas Jenderal Sudirman*

**Kajian Awal Fermentasi Asam Laktat Bakteri** **330**  
***Lactobacillus plantarum* UPCC-01 dengan Substrat Molasses**  
A. Prima Kristijarti, Ign, Suharto, Videline dan Ferdie H.  
*Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas*  
*Katolik Parahyangan*

**Pembuatan Kurva Kesenjangan Ekstraksi Oleoresin Jahe** **335**  
**pada Berbagai Variasi Perbandingan Bubuk Jahe Terhadap**  
**Pelarut Ethanol**  
Jenny N.M. Soetedjo, Yakub Fam, Jane E. Purwa,  
dan Ign. Suharto  
*Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas*  
*Katolik Parahyangan*

**MAKALAH POSTER**

**Penentuan Fo Tuna Dan Daging Sapi Kalengan Dalam Bumbu Gulai  
Pada Ukuran Kaleng 301x407 342**

Asep Nurhikmat, M. Kurniadi dan Agus Susanto  
*UPT Balai Pengembangan Proses dan Teknologi Kimia  
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*

**Pengaruh Proses Pengalengan Terhadap Komposisi Gizi, Mineral dan  
Mikrobiologi Beberapa Makanan Tradisional 347**

Asep Nurhikmat, Agus Susanto, M. Kurniadi, Sumarna, dan Ervika Rahayu NH  
*UPT Balai Pengembangan Proses dan Teknologi Kimia  
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*

## Pemurnian Bioetanol Dengan Metode Saline Extractive Distillation Sebagai Campuran Gasohol

Emi Erawati

Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl.A.Yani Tromol Pos I Pabelan Kartasura Surakarta  
(0271) 717417 ext 224 Fax (0271) 715448  
Email : [emisupriyono@yahoo.com](mailto:emisupriyono@yahoo.com)

### Intisari

*Untuk mengurangi ketergantungan import terhadap minyak bumi yang akan meningkat hingga 40%. Indonesia perlu mencari alternatif bahan bakar lain yang dapat menggantikan minyak bumi. Salah satunya adalah molases yang dapat diolah melalui proses fermentasi dan dilanjutkan dengan distilasi untuk menghasilkan bioetanol yang dapat dicampur dengan bensin menghasilkan gasohol. Alasan mengapa Indonesia perlu mengembangkan gasohol sebagai bahan bakar alternatif karena jika dijual kepasar gasohol BE 10 akan mengurangi import Indonesia terhadap minyak olahan dari luar negeri.*

**Tujuan penelitian** untuk mengetahui pengaruh penambahan pelarut Acetonitrile dengan penambahan garam NaCl dan CaCl<sub>2</sub> pada pembuatan bioetanol dengan metode saline extractive distillation dan hasil uji spesifikasi bahan bakar (distilasi, tekanan uap, copper strip dan doctor test).

**Metode penelitian** yang digunakan adalah saline extractive distillation dengan penambahan NaCl (80 dan 120 gram) dan Acetonitrile (15%, 20%, 25%, 30% dan 35%) serta CaCl<sub>2</sub> (40, 80 dan 120 gram) dan Acetonitrile (15%, 25%, 35% dan 45%). Dari **hasil penelitian** dengan menggunakan variabel konsentrasi CaCl<sub>2</sub> dan kadar Acetonitrile diperoleh kadar bioetanol yang lebih tinggi karena CaCl<sub>2</sub> merupakan garam yang mempunyai sifat sebagai divalent cation yang mempunyai pengaruh sebagai hydration sphere yang lebih besar dibandingkan dengan garam-garam monovalen. Sedangkan Acetonitrile merupakan pelarut yang ditambahkan sebagai pemecah titik azeotrop dan pelarut ini akan ikut sebagai hasil bawah menara distilasi. Dari hasil uji distilasi, tekanan uap, copper strip dan doctor test. Gasohol yang dengan variabel kadar Acetonitrile dan massa NaCl lebih sesuai dengan spesifikasi bahan bakar minyak jenis premium yang dianjurkan oleh Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi dibandingkan dengan variabel kadar Acetonitrile dan massa CaCl<sub>2</sub>.

**Kata Kunci** : bioetanol, gasohol, saline extractive distillation

### Pendahuluan

#### Latar Belakang

Untuk mengurangi ketergantungan import terhadap minyak bumi yang akan meningkat hingga 40%, ( [www.indosiar.com](http://www.indosiar.com) ) Indonesia perlu mencari alternatif bahan bakar lain yang dapat menggantikan minyak bumi. Sebagai negara dengan sumber daya alam hayati yang melimpah dapat mengembangkannya sumakber daya tersebut untuk bahan bakar. Salah satu contohnya adalah molasses (tetes tebu). Molasses dapat diolah melalui proses fermentasi dan dilanjutkan distilasi untuk menghasilkan bioetanol yang dapat dicampur dengan bensin menjadi gasohol.

Salah satu alasan mengapa Indonesia perlu mengembangkan gasohol sebagai bahan bakar alternatif karena jika dijual ke pasaran gasohol BE 10 akan mengurangi ketergantungan import Indonesia terhadap minyak olahan dari luar negeri. Sehingga dapat menghemat devisa sebesar \$57 juta / tahun dan mengurangi impor *octane inchaner* sebesar S \$ 23,14 juta / tahun. Pertumbuhan bioetanol sebagai bahan bakar disebabkan oleh isu global, yaitu tingginya kebutuhan energi dunia, termasuk bahan bakar minyak (BBM). Saat ini, permintaan BBM beroktan tinggi juga terus meningkat. Sementara itu, terjadi penurunan deposit minyak bumi sehingga menaikkan harga minyak mentah dunia. Berdasarkan penelitian dari Balai Besar Teknologi Pati (B2TP) bahan baku gasohol yang paling sesuai adalah tebu atau singkong.

Berdasarkan penelitian di Laboratorium Balai Termodinamika, Motor, dan Propulsi (TMP) BPPT disimpulkan bahwa emisi CO (karbon monoksida) dan hidrokarbon dari mobil yang menggunakan bioetanol 10 % lebih rendah dibandingkan dengan premium maupun pertamax. Pada emisi CO, dengan bioetanol 10% hanya 0,31 gram per kilometer, sedangkan premium dan pertamax masing-masing 0,5 gram dan 0,58 gram per kilometer dan bioetanol mengandung 35 persen oksigen sehingga meningkatkan efisiensi pembakaran. ([www.kompas.com](http://www.kompas.com)). Selain faktor tersebut bioetanol ditambahkan ke dalam gasohol dengan tujuan dikeluarkannya peraturan reduksi emisi gas rumah kaca, yaitu *Clean Air Act* 1990 (di Amerika Serikat) dan Protokol Kyoto, serta penghapusan MTBE untuk mereformulasi bensin di Amerika Serikat dan beberapa negara lainnya. Sementara itu, di dunia juga terjadi kecenderungan beralihnya konsumsi pada sumber energi ramah lingkungan dan terbarukan, seperti teknologi *fuel-cell* dan bioetanol. Menurut Dr. Agus Eko Cahyono Pimpinan Balai Besar Teknologi Pati (BBTP) pada Balai Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) Lampung semakin tinggi kadar bioetanol yang dicampur ke dalam bensin maka kualitas bensin tersebut akan lebih baik. Penelitian terdahulu menyatakan bahwa pembuatan bioetanol dari singkong kadar etanol yang dihasilkan sebesar 92% dengan menggunakan distilasi secara *packing*. Berdasarkan pernyataan tersebut peneliti tertarik untuk memanfaatkan molases sebagai bahan baku pembuatan etanol sebagai campuran gasohol dengan metode *saline extractive distillation* dengan variabel yang digunakan konsentrasi NaCl dan CaCl<sub>2</sub> serta kadar acetonitril.

### Tujuan Penelitian

Mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi CaCl<sub>2</sub> dan NaCl serta kadar pelarut Acetonitril pada pembuatan etanol dengan metode *saline extractive distillation* sebagai campuran gasohol  
Mengetahui uji spesifikasi bahan bakar (distilasi, tekanan uap, copper strip dan dokter test)

### Manfaat Penelitian

1. Mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi CaCl<sub>2</sub> dan NaCl serta kadar pelarut Acetonitril pada pembuatan etanol dengan metode *saline extractive distillation* sebagai campuran gasohol.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat bahwa untuk menghasilkan etanol dengan kadar yang tinggi dapat dilakukan dengan *saline extractive distillation*
3. Memberikan informasi bahwa bioetanol berfungsi sebagai penambah volume BBM, dan sebagai sumber oksigen untuk pembakaran yang lebih bersih pengganti MTBE (*Methyl Tertiary Butyl Ether*).
4. Memberikan informasi bahwa etanol dapat digunakan sebagai salah satu alternatif mengatasi persediaan bahan bakar yang semakin terbatas dan meminimalisasi pencemaran udara.

### Tinjauan pustaka

#### 1. Gasohol

Gasohol adalah hasil campuran bensin dengan bioetanol. Pemberian nama gasohol disesuaikan dengan kandungan etanol yang ada di dalam bensin. Gasohol bermerek yang diproduksi oleh Balai Besar Teknologi Pati (BBTP) pada Balai Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) Lampung adalah Gasohol BE 10 (10% volume bioetanol dan 90% volume bensin)

([www.indosiar.com](http://www.indosiar.com)). Gasohol yang merupakan campuran antara *gasoline* (bensin) dan bioetanol memiliki karakteristik yang mirip dengan bensin premium.

## 2. Pembuatan Bioetanol

Pembuatan bioetanol melalui 2 proses yaitu fermentasi dan distilasi. Proses fermentasi etanol menggunakan khamir yang secara ekonomis terletak pada kemampuannya memecah bahan berkarbohidrat menjadi etanol dan karbondioksida. Spesies yang biasanya dipakai sebagai khamir dalam proses ini adalah *Sacharomyces cerevisiae* atau dikenal dengan nama Hollandia (Gist Brocades, Charlotte, NC, Munene, 2002). Berdasarkan penelitian S. Alfenore dalam proses fermentasi dengan bantuan *Sacharomyces cerevisiae* kadar gula yang digunakan tidak boleh melebihi 20% karena jika konsentrasi terlalu pekat maka produksi akan terhambat, sehingga waktu fermentasi menjadi lebih lama, dan gula tidak dapat diubah menjadi alkohol seluruhnya. Kondisi operasi yang tepat pada 10 hari, suhu 30 °C, pH 4 dan 14% volume dari NH<sub>3</sub> (Alvenore, 2002). Untuk memperoleh kemurnian yang tinggi setelah fermentasi berakhir dilanjutkan dengan distilasi. Dalam penelitian ini penulis memilih menggunakan *saline extractive distillation*. *Extractive distillation* biasa digunakan dalam industri dan merupakan metode pemisahan yang penting dalam *petrochemical engineering*. Salah satu aplikasi distilasi jenis ini untuk memisahkan hidrokarbon pada campuran C<sub>4</sub> dan memisahkan campuran *azeotropic* dalam campuran etanol- air. Dua faktor yang penting dalam *extractive distillation* adalah tahap pemisaham itu sendiri dan pelarut yang digunakan. *Extractive distillation* dengan garam dikenal dengan *saline extractive distillation* merupakan metode baru untuk memisahkan campuran etanol dan air dengan kemurnian yang tinggi (Lei, 2001). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Pinto pada tahun 2000 metode *saline extractive distillation* menggunakan NaCl, KCl, KI, CaCl<sub>2</sub> dan pelarut yang digunakan Pemasukan garam ke dalam menara distilasi dilakukan pada suhu 85,8 °C. (Pinto, 2000).

### Metode penelitian

Bahan utama yang digunakan adalah molases, CaCl<sub>2</sub>, NaCl, aquades, pupuk ZA, pupuk urea, Acetonitrile, *Saccaromyces cereviceae* dan bensin. Alat yang digunakan adalah rangkaian alat fermentasi dan rangkaian alat distilasi *packing*. Secara garis besar penelitian ini terdiri dari 3 proses yaitu proses fermentasi dan proses *saline extractive distillation*.

#### 1. Proses Fermentasi

Mengencerkan molases sampai kadar gula 15% menggunakan aquades, Ambil 1 liter molases yang sudah diencerkan kemudian disterilisasi dan di tambahkan 10 g ZA, 10 g urea dan 50 mL *Saccaromyces cereviceae* pada suhu kamar.. Bahan-bahan dimasukkan ke dalam botol fermentor. Molases difermentasikan dengan waktu fermentasi 3 hari pH 4.

#### 2. Proses Saline Extractive Distillation

Hasil fermentasi diambil masing-masing sebanyak 400 mL dan memasukkan ke dalam labu distilasi untuk memisahkan distilat dengan penambahan CaCl<sub>2</sub> sebanyak 40, 80 dan 120 gram serta kadar Acetonitril 15 %, 25 %, 35% dan 45%. Distilat ditampung pada botol setelah 120 menit. proses distilasi dihentikan. Setelah distilat tidak menetes lagi distilat yang didapat kemudian dicampur dengan bensin dengan perbandingan 10 % volume bioetanol dan 90 % volume bensin. Mengulangi langkah percobaan pada penambahan 80 dan 90 gram NaCl dan kadar Acetonitrile 15 %, 20 % 25 %, 30 % dan 35 %.

#### 3. Analisis Bahan Bakar ( Distilasi, Tekanan Uap, Copper strip, dan Dokter Tes)

Bioetanol dicampur dengan bensin dengan perbandingan volume 10 % bioetanol dan 90 % bensin. Kemudian dianalisis bahan bakar (distilasi, tekanan uap, *copper strip* dan dokter tes).

## Hasil dan pembahasan

### 1. Hasil Percobaan

Dengan Variabel  $\text{CaCl}_2$  dan Acetonitril diperoleh kadar yang dapat dilihat pada Tabel 1

**Tabel 1. Hubungan antara  $\text{CaCl}_2$ , Acetonitrile dan Kadar Bioetanol**

$\text{CaCl}_2$ (gr)	Acetonitrile (%)	Kadar (%)
40	15	96,51
40	25	94,68
40	35	93,81
40	45	93,42
80	15	93,98
80	25	93,66
80	35	93,17
80	45	92,57
120	15	91,84
120	25	93,36
120	35	94,00
120	45	94,46

Dengan Variabel NaCl dan Acetonitril diperoleh kadar yang dapat dilihat pada Tabel 2

**Tabel 2. Hubungan antara NaCl, Acetonitril Terhadap Kadar Bioetanol**

NaCl (gr), $X_1$	Acetonitril (%), $X_2$	Kadar Etanol (%)
80	15	93,70
80	20	93,58
80	25	93,58
80	30	93,35
80	35	94,65
120	15	96,40
120	20	96,08
120	25	95,07
120	30	93,70
120	35	93,58

### 2. Pembahasan Hasil dan Analisis

Pengaruh Kadar Acetonitrile dan Konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  terhadap Kadar Bioetanol

### 3. Analisis Regresi Linear Ganda

Berdasarkan hasil analisis dapat disusun model persamaan regresi linier berganda  $y = 95,6143333 - 5,95 X_1 - 0,73512 X_2$ . Dari hasil regresi linier berganda diperoleh bahwa koefisien konsentrasi  $\text{CaCl}_2 < \text{Acetonitril}$  dapat dilihat bahwa variabel kadar Acetonitril mempunyai pengaruh lebih dominan dari pada menggunakan konsentrasi  $\text{CaCl}_2$ . Sehingga  $X_2$  lebih dominan dibandingkan  $X_1$

### 4. Pengujian Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Hasil uji koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,23797801. Nilai koefisien determinasi ( $R$ ) menunjukkan bahwa 23,79 % kadar bioetanol dipengaruhi konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  dan kadar acetonitril, 76,21 % lainnya dipengaruhi oleh variabel yang lain yang tidak diteliti.

### 5. Uji F

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai  $F_{hitung}$  sebesar 3,542099 sedangkan  $F_{tabel}$  dengan derajat kebebasan (2,9) pada taraf signifikansi 5 % adalah 4,26. Dari hasil analisis diketahui  $F_{hitung} < F_{tabel}$  ( $3,542099 < 4,26$ ) dengan  $p < 0,05$  maka  $H_0$  ditolak. Artinya variabel konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  dan kadar Acetonitril secara bersama – sama mempengaruhi kadar etanol.

Berdasarkan kadar yang telah diperoleh diuji dengan *Reid Vapour Pressure*, Uji Distiasi, *Copper Strip* dan *Doctor Test*.

## 6. Hasil Pemeriksaan *Reid Vapour Pressure* pada 37,8 °C

Pengujian *Reid Vapour Pressure* sangat penting sehubungan dengan keamanan dalam pengangkutan bahan bakar gasohol, *vapour lock* dalam sistem umpan bensin, *starting characteristics* bahan bakar gasohol dan perancangan tipe tangki penyimpan yang akan digunakan.

**Tabel 3. *Reid Vapor Pressure* di 37,8°C pada Gasohol dengan Perbandingan Bioetanol dan Bensin 1: 9 ( % Volume)**

Kadar (%)	<i>Reid Vapour pressure</i> (kPa)	Bensin Murni (kPa)
96,51	58,5	46,2
94,68	51,0	
93,81	58,4	
93,42	58,5	
93,98	58,3	
93,66	58,2	
93,17	60,5	
92,57	66,0	
91,84	59,8	
93,36	55,8	
94,00	57,1	
94,46	51,0	

Dari tabel spesifikasi bahan bakar *Reid Vapour Pressure* yang disarankan kurang dari 62 kPa, maka gasohol tidak mengalami kesulitan *start* pada mesin saat mesin dalam keadaan dingin. Tetapi dari hasil uji juga didapat nilai RVP 66 kPa maka nilai ini lebih dari 62 kPa sehingga kemungkinan akan terjadi *vapour lock* (terhentinya aliran bensin sebagian atau keseluruhan yang diakibatkan terbentuknya uap di dalam sistem aliran bahan bakar) atau timbul gelembung-gelembung uap bahan bakar yang mengakibatkan tersumbatnya saluran dan menghentikan aliran bahan bakar.

## 7. Uji Distiasi

Distilasi perlu diujikan dalam gasohol karena digunakan untuk menentukan volatilitas relatif dari bensin

**Tabel 4. Uji Distilasi pada Gasohol dengan Perbandingan Bioetanol dan Bensin 1: 9 ( % Volume)**

Kadar	10 % (°C)	50 % (°C)	90 % (°C)	<i>End Point</i> (°C)	<i>Residu</i> (%) Volume
96,51	54	101	164	203	1,2
94,68	56	103	165	209	1,8
93,81	63	106	159	193	1,6
93,42	50	91	156	201	1,4
93,98	58	108	160	194	1,6
93,66	60	103	158	195	1,6
93,17	53	82	161	204	1,6
92,57	48	95	157	204	1,4
91,84	54	97	158	208	1,4
93,36	54	100	163	205	1,4
94,00	55	101	160	199	1,5
94,46	60	105	202	202	1,6



## 8. *Copper Strip*

**Tabel 5. *Copper Strip* (3 jam/50 °C ) pada Gasohol dengan Perbandingan Bioetanol dan Besin 1:9 ( % Volume)**

Kadar (%)	<i>Copper Strip</i>
96,51	No. 1b
94,68	No. 1 b
93,81	No. 1 b
93,42	No. 1 b
93,98	No. 1 b
93,66	No. 1 b
93,17	No. 1 b
92,57	No. 1 b
91,84	No. 1 b
93,36	No. 1 b
94,00	No. 1 b
94,46	No. 1 b

Tujuan dilakukan uji ini adalah untuk mengetahui sifat korosi gasohol terhadap logam-logam yang disebabkan oleh senyawa belerang yang terdapat didalam gasohol. Dari pengujian didapat hasil No. 1b dari analisa tersebut memenuhi spesifikasi bahan bakar artinya bila lebih rendah maka baik sekali dari segi kebersihan dan keamanan tetapi bila lebih tinggi maka memungkinkan terjadi korosi pada bahan konstruksi mesin dan peralatannya.

## 9. *Doctor Test*

Pada analisa *doctor test* menunjukkan hasil negatif. Hal ini menunjukkan bahwa dalam sampel hampir tidak terdapat sulfur. Adanya sulfur disini sangat dihindari karena sulfur dapat menyebabkan korosi / perkaratan pada mesin dan menyebabkan pencemaran.

**Tabel 6. Hubungan antara Kadar Gasohol dengan *Doctor Test***

No	Kadar (%)	<i>Doctor Test</i>
1.	96,51	Negatif
2.	94,68	Negatif
3.	93,81	Negatif
4.	93,42	Negatif
5.	93,98	Negatif
6.	93,66	Negatif
7.	93,17	Negatif
8.	92,57	Negatif
9.	91,84	Negatif
10.	93,36	Negatif
11.	94,00	Negatif
12.	94,46	Negatif

## **Pengaruh Kadar Acetonitril dan NaCl terhadap Kadar Etanol**

Dari hasil penelitian dengan Variasi Kadar Acetonitril dan Konsentrasi NaCl diperoleh data sebagai berikut :

### **1. Analisis Regresi Linear Ganda**

Berdasarkan hasil analisis dapat disusun model persamaan regresi linier berganda  $y = 92,9715 + 0,02985 X_1 - 0,0635 X_2$ . Dari data yang diperoleh hasil regresi linier berganda bahwa koefisien konsentrasi NaCl > Acetonitril dapat dilihat bahwa variabel NaCl mempunyai pengaruh lebih dominan dari pada menggunakan jenis pelarut. Sehingga  $X_1$  lebih dominan dibandingkan  $X_2$ .

## 2. Pengujian Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Hasil uji koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0.488468902. Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) menunjukkan bahwa 48,84 % kadar etanol dipengaruhi konsentrasi NaCl dan kadar pelarut 52,16 % lainnya dipengaruhi oleh variabel yang lain yang tidak diteliti.

## 3. Uji F

Dari hasil analisis diketahui  $F_{hitung} < F_{tabel}$  ( $3,342204 < 4,47$  dengan  $p < 0,05$  maka  $H_0$  ditolak. Artinya variabel konsentrasi NaCl dan kadar Acetonitril secara bersama – sama mempengaruhi kadar bioetanol. Berdasarkan kadar yang telah diperoleh diuji dengan *Reid Vapour Pressure*, Uji Distiasi, *Copper Strip Doctor Test*.

## 4. Reid Vapour Pressure

**Tabel 7. Perbandingan Reid Vapor Pressure pada 37,8 °C pada Gasohol dengan Perbandingan Bioetanol dan Besin 1:9 ( % Volume)**

Kadar Etanol (%)	Reid Vapour Pressure (kPa)	Bensin Murni (kPa)
93,7	56,5	46,2
93,58	58,5	
93,58	64,6	
93,35	59,9	
94,65	59,9	
96,40	56,4	
96,08	57,1	
95,07	59,2	
93,70	62,6	
93,58	56,7	

Dari tabel diperoleh kesimpulan *Reid Vapour Pressure* yang paling tinggi adalah 64,6, yang diduga ada pengotor dalam sampel yang menyebabkan RVP tinggi. Bila RVP lebih dari 62 kPa maka kemungkinan akan terjadi *Vapour lock* (terhentinya aliran bensin sebagian atau keseluruhan yang diakibatkan terbentuknya uap di dalam sistem aliran bahan bakar) atau timbul gelembung-gelembung uap bahan bakar yang mengakibatkan tersumbatnya saluran dan menghentikan aliran bahan bakar, apabila *Reid Vapour Pressure* kurang dari 62 kPa, maka gasohol tidak mengalami kesulitan start pada mesin saat mesin dalam keadaan *dingin*.

## 5. Uji Distilasi

**Tabel 8. Hasil Pengujian Gasohol dengan Perbandingan Bioetanol dan Besin 1 : 9 ( % Volume)**

Kadar (%)	10 % (°C)	50 % (°C)	90 % (°C)	End Point (°C)	Residu (%)
93,7	58	99	165	209	1,6
93,58	56	102	166	211	1,4
93,58	49	96	161	203	1,6
93,35	54	101	164	209	1,4
94,65	53	98	162	207	2,8
96,40	56	98	156	205	1,1
96,08	55	97	162	210	1,4
95,07	51	97	165	204	1,2
93,70	53	99	159	197	1,8
93,58	48	94	159	198	1,6
93,58	48	94	159	198	1,6

## 6. *Copper Strip*

**Tabel 9. Hasil Pengujian *Copper Strip* (3 jam/50 °C) Gasohol dengan Perbandingan Bioetanol dan Besin 1:9 ( % Volume)**

Kadar (%)	<i>Copper Strip</i>
93,70	No.1b
93,58	No.1 b
93,58	No.1 b
93,35	No.1 b
94,65	No.1 b
96,40	No.1 b
96,08	No.1 b
95,07	No.1 b
93,70	No.1 b
93,58	No.1 b

Tujuan dilakukan uji ini adalah untuk mengetahui sifat korosi gasohol terhadap logam-logam yang disebabkan oleh senyawa belerang yang terdapat didalam gasohol. Dari pengujian didapat hasil No. 1b dari analisa tersebut memenuhi spesifikasi bahan bakar artinya bila lebih rendah maka baik sekali dari segi kebersihan dan keamanan tetapi bila lebih tinggi maka memungkinkan terjadi korosi pada bahan konstruksi mesin dan peralatannya.

## 7. *Doctor Test*

Pada analisis *doctor test* menunjukkan hasil negative. Hal ini menunjukkan bahwa dalam sampel hampir tidak terdapat sulfur. Adanya sulfur disini sangat dihindari karena sulfur dapat menyebabkan korosi / perkaratan pada mesin dan menyebabkan pencemaran.

**Tabel 10. Hasil Pengujian *Doctor Test* Gasohol dengan Perbandingan Bioetanol dan Besin 1:9 ( % Volume)**

No	Kadar (%)	Doctor Test
1	93,70	Negatif
2	93,58	Negatif
3	93,58	Negatif
4	93,35	Negatif
5	94,65	Negatif
6	96,40	Negatif
7	96,08	Negatif
8	95,07	Negatif
9	93,70	Negatif
10	93,58	Negatif

## Kesimpulan dan saran

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil regresi linier berganda diperoleh bahwa kadar Acetonitril mempunyai pengaruh lebih dominan dari pada menggunakan konsentrasi  $\text{CaCl}_2$ .
2. Dari hasil regresi linier berganda konsentrasi  $\text{NaCl}$  mempunyai pengaruh lebih dominan dari pada menggunakan Acetonitril.
3. Dari hasil uji Distilasi, Tekanan Uap, *Copper Strip* dan *Doctor Test*, gasohol yang diperoleh dengan variabel kadar Acetonitril dan massa  $\text{NaCl}$  lebih sesuai dengan spesifikasi bahan bakar minyak jenis premium yang dianjurkan oleh Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi dibandingkan dengan variabel kadar Acetonitril dan massa  $\text{CaCl}_2$

### Saran

1. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan jenis garam dan jenis pelarut yang lain
2. Perlu diuji karakteristik bahan bahan bakar minyak jenis premium yang lain

### Daftar pustaka

1. Agung Nugroho, *Limbah Tebu Diolah BBM* [www. bppt. Go. Id/index. php?option=com task=view&id=1849dm](http://www.bppt.go.id/index.php?option=com_task=view&id=1849dm), 6 Desember 2006
2. Alvenore,S., Jouve,C.M. and Guillouet,S.E., 2002, *Improving Ethanol production and Viability of Saccharomyces Cerevisiae by a Vitamin Feeding Strategy During Fed-Batch Process*, Appl Microbiol Biotechnol, Volume 60, page 67-68
3. Fessenden, R.J., dan Fessenden, J.S., 1995, *Kimia Organik Jilid 2*, Erlangga, Jakarta.
4. Fessenden, R.J., dan Fessenden, J.S., 1996, *Dasar-dasar Kimia Organik*, (Terjemahan Sukmariah Maun, Kamianti Anas, Tilda S. Sally, 1997), Binarupa Aksara, Jakarta.
5. Gray, K. A., Zhao, L and Emptage Mark , 2006, *Bioethanol, Current Opinion in Chemical Biology*, Volume 10, page 142
6. Hardjono, 1987, *Teknologi Minyak Bumi I Edisi Kedua*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
7. Kartika, B., 1992, *Petunjuk Evaluasi Produk Industri Hasil Pertanian*, Penerbit Pusat Antara Universitas Pangan dan Gizi, Bogor.
8. Lei, Z., Wang, H and Zhou, R., 2002, *Influence Of Salt Added To Solvent On Extractive Distillation*, Chemical Engineering Journal, Volume 24, page 149,152.
9. Munene, C.N., Kampen W.H. and Njapau ,H , 2002, *Effect of Altering Fermentation Parameters on Glycerol and Bioethanol Production from Cane Molasses*, Journal of the Science of Food and Agriculture, Volume 22, No 5142, page 309
10. Pinto, R.T.P., Wolf-Maciel, M.R. and Computers and Lintomen, L. ,2000, *Saline Extractive Distillation Process For Ethanol Purification*, Computers and Chemical Engineering, Volume 24, page 1689 -1694
11. Perry,B.H.;Green,D.W.,1985, *Perry's Chemical Engineering Hand Book*, 6<sup>th</sup> Edition, Mc. Graw Hill, New York
12. Schreckenbach, Thomas, 2002, "Chemical Reagents", Merck Kga A., Darmstadt
13. Setia , M Yamin Panca, "Gasohol BE -10 Bahan Bakar Minyak Alternatif Karya BPPT,[www.bppt.go.id/index.php?option=com task=view&id=1849&Itemid=30.htm](http://www.bppt.go.id/index.php?option=com_task=view&id=1849&Itemid=30.htm),6 Desember 2006
14. Yamin M, 2005, *Gasohol BE 10, Bahan Bakar Minyak Alternatif*, [http://www.bppt.go.id/index.php?option=com task=view&id=1849&Itemid=30.htm](http://www.bppt.go.id/index.php?option=com_task=view&id=1849&Itemid=30.htm).
15. [http://www.bppt.go.id/index.php?option=com task=view&id=1849&Itemid=30.htm](http://www.bppt.go.id/index.php?option=com_task=view&id=1849&Itemid=30.htm). Bensin Dioplos Singkong, 7 Desember 2006